

Tarja Latva-Käyrä

1970- ja 80-luvun rivitalojen riskirakenteet ja korjausvelka

Tietopaketti taloyhtiöille

Opinnäytetyö

Kevät 2018

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Suunnittelu

Tekijä: Tarja Latva-Käyrä

Työn nimi: 70- ja 80-luvun rivitalojen riskirakenteet ja korjausvelka

Ohjaaja: Olli Isopahkala

Vuosi: 2018 Sivumäärä: 48 Liitteiden lukumäärä: 0

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi 1970- ja 80-luvun rivitalojen tyypillisiä rakennatarkaisuja ja niissä piileviä rakennusteknisiä riskejä. Rivitaloissa korjauskustannukset saattavat nousta kohtuuttoman korkeaksi asunnon arvoon nähden. Tässä työssä selvitetään tyypillisimpien korjausten kustannuksia ja niiden vaikutusta asunnon arvoon. Tämä työ tehdään yhteistyössä Plan B Korjaussuunnittelupalvelut Oy:n kanssa. Plan B käyttää työtä riskirakennekartoituksen raportin liitteenä. Tällä työllä halutaan lisätä taloyhtiöiden tietoisuutta ja herätellä korjaustoimenpiteisiin.

Opinnäytetyön tuloksena voidaan todeta, että riskin rakenteessa voi aiheuttaa joko vain yksi rakenneosai tai koko rakenteen yhdistelmä. Keskeisiä asioita, jotka johtavat vaurioihin, ovat puutteet sadeveden poisjohdatuksessa, rakenteiden tuuletuksen puute, kylmäsillat, kapillaarinen veden nousu ja kondensoituminen. Ennaltaehkäisevät toimenpiteet ja rakennuksen ylläpito voivat merkittävästi vaikuttaa vaurioiden syntyyn ja laajuuteen.

Avainsanat: kosteusvauriot, korjausvelka, rivitalot

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Structural Design

Author: Tarja Latva-Käyrä

Title of the thesis: Repairing Debt and Risk Structures of the Row Houses Built in the 1970's and 1980's

Supervisor: Olli Isopahkala

Year: 2018 Number of pages: 48

This thesis focused on the typical structural solutions of the row houses built in the 1970's and 1980's and their structural risks. When repairing the row house, the cost of repair may rise to excessively high levels compared to the value of the apartments. In this thesis the aim was to find out the cost of the most typical repairing methods and their effects on the value of the apartments. The thesis was made in cooperation with Plan B Korjaussuunnittelupalvelut Oy. The company will use this thesis as an attachment to their report of the risk structure analysis. This thesis aimed to improve the knowledge level of housing corporations so that they would understand the importance of getting started with repairing early enough.

Based on the thesis it could be seen that a risky structure can be caused by just one part of the structure or by a combination of structures. The key reasons for damages are deficiencies in the rain repellent systems, insufficient structural ventilation, thermal bridges, capillary flow and condensation. Preventive measures and effective maintenance of the building can have remarkable effects on the form and scope of the damages.

Keywords: moisture damages, repairing debt, row houses

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	9
2 RAKENNUKSEN KUNNON ARVIOINTI.....	10
2.1 Riskirakennekartoitus.....	10
2.2 Kuntoarvio.....	10
2.3 Kuntotutkimus	11
3 RAKENNUKSEN VAURIOITUMINEN	12
3.1 Yleistä	12
3.2 Rakennuksen kosteuslähteet	12
3.3 Kosteuden olomuodot	13
4 RISKIT ALAPOHJARAKENTEISSA.....	14
4.1 Yleistä	14
4.2 Maanvarainen alapohja.....	14
4.3 Tuulettuva alapohja.....	16
4.4 Salaojat ja perusmuuri	18
5 RISKIT ULKOSEINÄRAKENTEESSA.....	20
5.1 Yleistä	20
5.2 Seinärungon perustamiskorkeus.....	20
5.3 Tuuletus	23
5.4 Lämmöneristävyys	25
5.5 Ovet ja ikkunat	27
5.6 Höyrynsulku	27
6 RISKIT YLÄPOHJARAKENTEISSA.....	29
6.1 Yleistä	29
6.2 Ilman- ja höyrynsulku	30

6.3 Lämmöneriste	31
6.4 Tuuletus	32
6.5 Loivat kermikatot	32
6.6 Tiilikatteet	35
6.7 Metallikatteet	37
6.8 Sadevesien poisjohdatus	37
7 KUSTANNUKSET	39
7.1 Korjauskustannusten arviointi	39
7.2 Kiinteistön arvo.....	39
7.3 Korjausten kustannukset.....	40
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	44
LÄHTEET	45

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Vaurioitunut ulkoseinärungon alaosa valesokkeli-rakenteessa (Ympäristöministeriö [Viitattu 15.4.2018]).	22
Kuva 2. Puutteellisen läpivientitiivistyksen aiheuttama kosteusvaurio (Oja 2017).	30
Kuva 3. Matala räystääskorotus (Oja 2017).	33
Kuva 4. Puutteellisen huollon ja muiden vaurioiden aiheuttama lammikoituminen. (Oja 2017).	34
Kuva 5. Aluskate päättyy ennen ulkoseinää, vesi valuu yläpohjaan ja ulkoseinärakenteeseen (Heikkinen 2012).	36
Kuvio 1. Kaksoisbetonilattian korjaus (Kärki & Öhman 2007).	16
Kuvio 2. Salaojan ja perusmuurin korjaus (Kärki & Öhman 2007).	19
Kuvio 3. Valesokkelirakenne ja sen kosteuskuormat (Heikkinen 2012).	21
Kuvio 4 Korjattu valesokkelirakenne (Kärki & Öhman 2007).	23
Kuvio 5. Tyypillinen tiiliverhousrakenne (Heikkinen 2012).	24
Kuvio 6. Kosteuden siirtymismekanismit. Kaksoistiiliseinärakenne ja reunavahvistettu laatta sekä kaksoisbetonilattia (Heikkinen 2012).	25
Kuvio 7. Epätasainen sokkelin pinta ja valuvaiheessa vaurioitunut lämmöneriste vaurioittavat ulkoseinärungon alaosan (Heikkinen 2012).	26
Kuvio 8. Yläpohjan höyrynsulku vuotaa. Vuotoilman kosteus kondensoituu eristekerrokseen (Heikkinen 2012).	31
Kuvio 9. Yläpohjan lisälämmöneristäminen voi tukkia tuuletuksen (Heikkinen 2012).	32

Taulukko 1. Tyypillisen 70- ja 80-luvun rivitalon huoneistot Seinäjoella.....	40
Taulukko 2 Korjausten kustannusarvio (Tuomisto 2018)	41

Käytetyt termit ja lyhenteet

Diffuusio	Sekoittuminen. Molekyylit ja partikkelit pyrkivät siirtymään nesteessä tai kaasussa (esim. vesihöyry) väkevämmästä pitoisuudesta laimeampaan eli tasoittumaan.
EPS	Expanded polystyrene eli paisutetusta solupolystyreenistä valmistettu lämmöneristelevy. Tunnetaan myös kauppanimellä "Styrox".
Haitta-aine	Haitta-aineilla tarkoitetaan terveydelle ja usein myös ympäristölle vaarallisia aineita rakenteessa ja rakennuksessa. Näitä ovat mm. asbesti, kreosootti, PCB-yhdisteet, öljyt ja raskasmetallit.
Kondenssi	Vesihöyryn tiivistyminen kylmälle pinnalle.
Korjausvelka	Korjausvaje. Korjausvelan määrä kertoo, paljonko rakennuksiin olisi pitänyt investoida, jotta ne olisivat käytön kannalta hyvässä kunnossa.
Kumibitumikermi	Tukikerroksellinen vedeneristyskermi, jossa eristävänä aineena on bitumi tai modifioitu bitumi. Yleisimmät tukikerrokset ovat polyesteriä tai lasikuitua.
Kylmäsilta	Kylmäsilta on ulkoilmaa vasten olevassa rakenteessa kohta, josta puuttuu lämmön siirtymistä katkaiseva kerros eli "lämpökatko".
LVIAS	Lämpö, vesi, ilma, automatiikka ja sähkö
PTS	Pitkän tähtäimen suunnitelma. Selvitys taloyhtiön korjaustarpeista seuraavan 10 vuoden ajalle.

Roskavalu	Roskavalu on kaksoisbetonilattia alempi betonivalu, jonka päällä on joko puukoolattua lattia tai toinen betonivalu lämmöneristeen päällä. Roskavalua kutsutaan myös työvaluksi.
Suhteellinen kosteus	Suhteellinen kosteus (RH-%) on todellisen vesihöyrynpaineen ja kyllästyshöyrynpaineen välinen suhde (tavallisesti prosentteina) tietyssä lämpötilassa. Se kertoo, kuinka monta prosenttia absoluuttinen kosteus on vallitsevan lämpötilan kyllästyskosteudesta.
U-arvo	U-arvo on rakenteen lämmön läpäisevyyttä kuvaava arvo. U-arvon yksikkö on $W/(K m^2)$. U-arvo kertoo, tarvittavan tehon määrän yhdelle neliömetrille, jotta rakenteen sisä- ja ulkopuolella saadaan tietty lämpötilaero. Mitä pienempi U-arvo, sitä parempi rakenteen lämmöneristävyys on.
Valesokkeli	Valesokkeli on ulkoseinän ja lattian liitos, jossa varsinainen puuseinärunko alkaa maanpinnan tasalta ja seinärungon edessä on betoninen ohut kuori, jolla luodaan mielikuva korkeammasta perustuksesta.
Vaurio	Vaurio on tilanne, jossa materiaali, rakenne, rakennusosa tai koko rakennus menettää käytettävyytensä (lujuus, turvallisuus, terveys, kestävyys).
XPS	Extruded polystyrene eli suulakepuristettu polystyreeni, kova lämmöneriste, esim. Finnfoam.

1 JOHDANTO

1970- ja 1980-luvulla rakennettujen rivitalojen riskirakenteet ja niiden korjaamisen tarpeet ovat moninaiset, mutta niiden mahdollisesti aiheuttamat ongelmat ja vauriot lähes yksinomaiset: kosteutta, mikrobeja ja sisäilmaongelmia. Vakavia terveyshaittoja aiheuttavista kosteusvaurioista suuri osa on riskirakenteissa olevia piilovaurioita. (Huusko 2017.)

Suomessa on yli 14 000 1970-luvulla rakennettua rivitaloa ja lähes 29 000 on rakennettu 1980-luvulla. Ongelmallisempia ovat 1970-luvun rivitalot. Senaikaisesta hyvästä rakennustavasta huolimatta päädyttiin virheellisiin ratkaisuihin. (Huusko 2017.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia 1970- ja -80-luvun rivitalojen riskirakenteita ja niiden korjausvelkaa. Opinnäyte työ on rajattu 70- ja 80-luvun tyypillisimpiin ratkaisuihin rivitaloissa. Opinnäytetyössä käsitellään ainoastaan rakennuksen vaipparakenteet, eli alapohja, ulkoseinä ja yläpohja. Korjaustöiden kannattavuutta arvioidaan vertaamalla rivitalo-osakkeen arvoa korjausten kustannuksiin. Riskirakenteiden ja niiden aiheuttamien vaurioiden korjaus täytyy suunnitella aina tapauskohtaisesti. Tässä työssä käydään läpi ainoastaan tyypilliset korjaustavat. Tällä työllä halutaan lisätä taloyhtiöiden tietoisuutta ja herätellä korjaustoimenpiteisiin.

Työ tehdään yhteistyössä Plan B korjaussuunnittelupalvelut Oy:n kanssa. Plan B korjaussuunnittelupalvelut Oy on vuonna 2016 Helsingissä perustettu insinööritoimisto, joka toimii osana United Founders -yritysyhteisöä. Seinäjoen toimipiste on perustettu kesällä 2017. Yritys käyttää tätä opinnäytetyötä riskirakennekartoituksen raportin liitteenä.

2 RAKENNUKSEN KUNNON ARVIOINTI

2.1 Riskirakennekartoitus

Riskirakennekartoitus ohjaa taloyhtiön hallitusta tulevien korjaustarpeiden suunnittelussa. Riskirakennekartoitus on kevyin rakennuksen kunnan arviointianalyysistä, joka kuitenkin kertoo oleelliset kiinteistön rakennustekniset ongelmat. Riskirakennekartoituksessa asiantuntija perehtyy rakennuksen alkuperäisiin piirustuksiin ja tarkastaa rakennuksen vaipparakenteet silmämääräisesti huomioiden erityisesti sen kosteusteknistä toimivuutta. Riskirakennekartoituksessa ei avata rakenteita. Asiantuntija laatii taloyhtiölle raportin kartoituksessa esiin tulleista riskirakenteista.

Usein taloyhtiössä korjausten venymiseen liittyy tietämättömyys ja kustannusten pelko. Jos rakennuksen ylläpitoon ei varata riittävästi resursseja, joudutaan tilanteeseen, jossa rakenteet ovat vaurioituneet niin pahasti, että edessä on raskas ja kallis korjaus. (Mäenpää 2017.) Riskirakennekartoitusraportin saatuaan taloyhtiön hallituksen on helpompi priorisoida tulevia korjauksia ja päättää mahdollisista jatkotoimenpiteistä.

2.2 Kuntoarvio

Kuntoarvio on kattava koko kiinteistön analyysi, jossa käydään läpi kiinteistön rakenteet sisällä ja ulkona sekä LVIAS-järjestelmät. Lisäksi kuntoarviointiin kuuluu kiinteistön energiatalouden analysointi ja turvallisuus- ja terveysriskien arviointi. Kuntoarvion tekijä laatii asukaskyselyn, jota käyttää arvioinnin apuna. (Rakennustieto 2013.)

Kuntoarvio kertoo kiinteistön omistajalle rakennuksen senhetkisen kunnan ja korjaustarpeet. Kuntoarvioraporttiin liitetään yleensä pitkän aikavälin kunnossapitosuunnitelma (PTS), jossa on korjaustoimenpiteille ajoitus- ja kustannusarvioinnit. Kuntoarvion kiinteistötarkastus perustuu pääosin aistinvaraisiin asiantuntijahavaintoihin rakenteita rikkomatta. Joitakin yksittäisiä mittauksia saatetaan tehdä,

mutta nimensä mukaisesti kuntoarvio on arvio rakennuksen kunnosta ja sen korjaustarpeesta. (Ara 2016.)

2.3 Kuntotutkimus

Kuntotutkimuksessa tutkitaan rakennusosa tai järjestelmä tarkemmin. Tutkimuksessa selvitetään vaurion laajuus ja siihen johtaneet syyt. Kuntotutkimuksen tarkoituksena on varmistua rakennusten kriittisten osien kunnosta. Toisaalta se antaa myös tietoa korjaussuunnittelua ja oikeiden korjausmenetelmien valintaa varten. Kuntotutkimus sisältää aina rakenneavauksen. Kuntotutkija antaa vauriosta toimenpide-ehdotuksen. (Ara 2016.)

3 RAKENNUKSEN VAURIOITUMINEN

3.1 Yleistä

Rakennus, rakenne tai sen osa vaurioituu, kun se ei toimi rakennusteknisesti oikein. Rakenteiden lämpötila vaikuttaa kosteuden sitoutumiseen materiaaleihin, kosteuden siirtymiseen rakenteessa ja rakenteiden vaurioitumisnopeuteen. Rakenne on vaurioitunut, kun se menettää käytettävyytensä. Puu lahoaa, betoni ja kiviainekset rapautuvat, muovi hapertuu ja orgaaniset aineet homehtuvat. Kun esimerkiksi lämmöneriste vettyy, se menettää eristävyttään.

Rakennuksen tai sen osan vaurioitumiseen johtaneet syyt eivät aina ole yksiselitteisiä. Riskirakenteen lisäksi vaurioitumiseen voi johtaa esimerkiksi käyttäjän toimet, kuten huollon ja ylläpidon laiminlyönti tai rakentamisen laatu. Myös ympäristömuutokset, kuten naapuritontille rakentaminen tai puiden kaato, voivat muuttaa maaperän kosteustasapainoa ja johtaa vaurioihin. Vaurioitumisen syystä huolimatta itse vaurioin aiheuttaja on pääsääntöisesti lopulta kosteus.

3.2 Rakennuksen kosteuslähteet

Kosteus on merkittävin rakenteellisten vaurioiden aiheuttaja. Rakennusta rankimmin ulkopuolelta rasittavat vesisateet. Vesisade tunkeutuu julkisivuverhoilun taakse tai räystäsrakenteisiin, kun tuuli kuljettaa vettä ja lunta rakenteisiin rakojen ja vuoto-kohtien kautta. Sadevesien poisjohdatuksen puutteet ja maanpinnan profiloinnin puutteet aiheuttavat sadeveden kerääntymistä rakennuksen ympärille lammikoihin ja maamassoihin. Keväällä lumi ja jää sulaa paikoilleen aiheuttaen alapohjalle pitkän kosteusjakson. Alapohjaa rasittaa myös pohjaveden korkeus ja maaperän omannauskosteus. (Sisäilmayhdistys Ry, [viitattu 30.4.2018].)

Merkittävämpänä sisäpuolisena kosteuslähteenä rakennuksen vaipparakenteelle on sisäilman kosteuspitoisuus, joka kylmään pintaan törmätessään kondensoituu rakenteen sisälle. Sisäilmaan kosteutta syntyy lähinnä ihmisistä tai ihmisten vedenkäytön johdosta. (Sisäilmayhdistys Ry, [viitattu 30.4.2018].)

Rakennuksen painesuhteet ja rakenteiden ilmatiiveys vaikuttavat ilmavirtauksiin rakennuksissa. Ilma virtaa korkeammasta paineesta matalamman paineen suuntaan (ylipaineesta alipaineeseen). Ilmavirtausten mukana kulkeutuu vesihöyryä rakenteen sisään. (Sisäilmayhdistys Ry, [viitattu 30.4.2018].)

3.3 Kosteuden olomuodot

Kosteutta on ilmassa aina vesihöyryinä. Vaurioituminen ei edellytä kosteuden tiivistymistä, vaan riittää, että ilma suhteellinen kosteus on riittävän korkea riittävän pitkään. Tätä ilmiötä pyritään rakenteissa ehkäisemään hyvällä rakennusfysikaalisella suunnittelulla.

Vanhoissa rakennuksissa puurakenteiden tuulettumisen puute on suuri riskitekijä. Ilmassa olevan vesihöyryyn kyllästyspitoisuus on riippuvainen ilman lämpötilasta.

Kun rakenneosan pintojen välillä on lämpötilaero, saattaa virheellisistä rakenneva-linnoista aiheutuen syntyä rakenteen sisään piste, jossa rakenteen toisella puolella oleva ilman kosteus ei mahdu olemaan kaasumaisessa olomuodossaan, vaan tiivistyy vedeksi. Vesihöyryyn tunkeutumista rakenteeseen pyritään estämään höyrynsulkumuovilla tai muuten riittävän tiiviillä materiaalilla rakenneosan sisäpuolella. (Sisäilmayhdistys Ry, [viitattu 1.5.2018].)

Rakennemateriaalin hygroskooppisuus ehkäisee kosteuden tiivistymistä. Puulla on erinomainen kyky sitoa kosteutta ilmasta ja ilman kuivuessa luovuttaa sitä ilmaan.

Vesi voi siirtyä rakenteessa myös kapillaarisesti huokosalipaineen ansiosta. Huokosalipaineen suuruus riippuu huokosten koosta siten, että mitä pienempi huokonen on, sitä suurempi on huokosalipaine. Tästä ilmiöstä hyvä esimerkki on hiekka täytömaana. Hienorakeinen hiekka nostaa maaperäkosteuden alapohjarakenteen alapintaan. (Sisäilmayhdistys Ry, [viitattu 1.5.2018].)

4 RISKIT ALAPOHJARAKENTEISSA

4.1 Yleistä

Tyypillisimmät kosteusongelmat 70-luvun rakennuksissa liittyvät valesokkelien piilovaurioihin ja puisiin alapohjarakenteisiin. Vaurioiden aiheuttaja on sokkelirakenteen läpi kulkeutunut maaperässä oleva kosteus. 1970-luvulla perustukset rakennettiin usein hyvin matalina ympäristöön nähden. Maanpinnan ollessa lähes samalla tasolla sisäpuolisten lattiarakenteen kanssa on kosteusvaurioriski suuri. Puisten rakenteiden vaurioitumisherkkyydestä johtuen tällaiset kosteusvauriokorjaukset ovat yleensä merkittäviä, koska vauriot koskettavat usein koko alapohjarakennetta ja ulkoseinärakenteen alaosia. (ARA 2016.)

1980-luvulla vaihtelu rakennustavoissa oli jo suurta. Kuitenkin myös tällä vuosikymmenellä syntyi tyyppiratkaisuja, joista osa on varsin vaurioalttiita. 1980-luvun suurimmat vauriopesäkkeet löytyvät märkätiloista, alapohjista ja kattorakenteista. Valtaosassa vaurioiden syy on kosteuden hallinnan pettäminen. Rakennuksen vaurioille ja ongelmarakenteille on siis tyypillistä, että kosteutta on päässyt väärään paikkaan. (ARA 2016.)

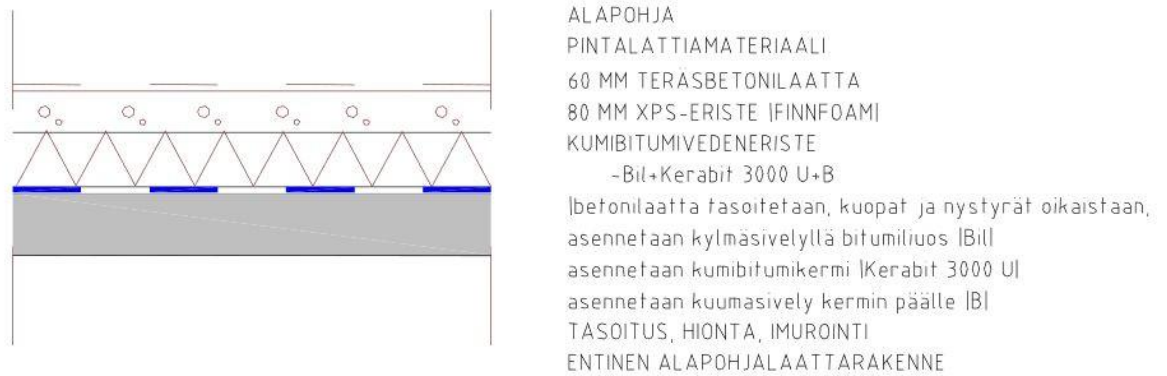
4.2 Maanvarainen alapohja

1960-luvulta alkaen rakennusten alapohjat rakennettiin ns. kaksoisbetonilaattarakenteena, missä lämmöneriste on asennettu kahden betonilaatan väliin. 1970-luvulla lämmöneristeenä yleistyi jäykkä mineraalivilla ja 1980-luvulla paisutettu polystyreeni (esim. Styrox). Alempi betonilaatta on valettu täyttökerroksen päälle, joka on joko hiekkaa tai soraa. Alempaa betonilaattaa nimitetään mm. ”roskavaluksi” tai ”työvaluksi”. Alemman betonilaatan pintaan on usein sivelty bituminen kosteuseristys. Maakosteuden eristämiseen on käytetty myös rakennusmuovia, joka on asennettu vaihtelevasti joko alemman betonilaatan alle tai päälle tai ylemmän laatan alle. Maanvaraisen alapohjan kosteusvauriot ovat yleensä joko lämmöneristeessä tai alapohjaan liittyvissä puurakenteissa esim. ulkoseinien liitoskohdissa. (Kärki & Öhman 2007, 27-28.)

Homevaurion näihin rakenteisiin aiheuttaa maaperän kosteuden siirtyminen betonilaattaan tai kesäisin sisäilman kosteuden tiivistyminen kylmän betonilaatan yläpintaan: lämmöneristekerroksen alapinta ja puurakenteisen lattian tukirakenteiden alaosat kastuvat ja homehtuvat, korjausneuvoja Tapio Rokkonen sanoo. (Bayer [Vii-tattu 13.4.2018].) Vaurioita aiheuttaa myös perustusten kautta tunkeutuva vesi tai putkivuodot (Pesonen & Karnaattu 2012, 29).

Korjaus. Kaksoisbetonilattiat korjataan yleensä siten, että pintalaatta ja lämmöneriste puretaan ja alemman betonilaatan päälle rakennetaan uusi rakenne. Uusi rakenne on esitetty kuviossa 1. Vanhan betonilaatan päälle asennetaan kapillaarista vedennousua estämään kumibitumikermi. Lämmöneristekerros tehdään vesihöyrytiiviistä XPS-eristeestä, jonka päälle valetaan uusi betonilaatta. (Kärki & Öhman 2007, 28.) Tällöin on kuitenkin huomioitava ylemmän laatan riittävä kuivattaminen ennen pintamateriaalin asennusta, koska laatta pystyy jatkossa kuivumaan vain ylöspäin (Oja 2018).

Korjaustoimenpiteet voidaan tehdä kosteus- ja lämpöteknisesti varmemmin, jos myös alapuolinen betonilaatta purettaisiin. Silloin lämmöneristys ja kapillaarisen kosteuden estävä kerros saadaan rakennettua betonirakenteiden alle, jolloin rakenne toimii rakennusfysikaalisesti paremmin. (Kärki & Öhman 2007, 28.)



Kuvio 1. Kaksoisbetonilattian korjaus (Kärki & Öhman 2007).

4.3 Tuulettuva alapohja

Tuulettuva alapohja on rakenne, jossa rakennuksen alla olevan maanpinnan ja alapohjan välissä on ulkoilmaan yhteydessä oleva tuulettuva ryömintätila. Ryömintätilan ilman suhteellista kosteutta voivat nostaa maanpinnasta ja perusmuureista haihtuva kosteus, mahdolliset sade- ja vuotovedet sekä kesäaikaan ryömintätilan alhainen lämpötila suhteessa ulkoilmaan. (Kärki & Öhman 2007, 23.)

Tuulettuvan alapohjan rakenteiden vaurioituminen johtuu yleensä maaperän korkeasta kosteudesta sekä tuuletuksen riittämättömyydestä. Tuuletuksen puutteellisuutta aiheuttaa tuuletusluukkujen eli ns. ”kissanluukkujen” vähäisyys tai niitä ei ole muistettu avata. Tuuletusluukkujen unohtuminen kiinni vuosikausiksi on voinut vaurioittaa rakenteita, joskus niin pahoin, että niitä ei voi enää korjata tuuletusta lisäämällä. (Kärki & Öhman 2007, 23-24.)

Alapohjan ongelmiin liittyy lähes aina salaojituksen puutteet tai puuttuminen kokonaan ja sadevesien poisjohtamisen puutteellisuus, jolloin syöksytorvista purkautuva sadevesi pääsee ryömintätilaan. Tyypillisesti ryömintätilassa on rakennusaikaista jätettä, kuten puuta, roskaa, multaa, kantoja tai puulastuja. Usein korjaustyön yhteydessä on tukittu tuuletusluukut, jolla pyritty parantamaan sokkelin ja alapohjan lämmöneristävyyttä ajattelematta tukkimisesta aiheutuvia seurauksia. (Kärki & Öhman 2007, 23-24.)

Korjaus. Tuulettuvan alapohjan korjaus aloitetaan rakennuksen ulkopuolelta korjaamalla salaojat kohdan 4.3 mukaisesti. Sadevesien poisjohdatus korjataan kohdan 6.8. mukaisesti. Sokkeli veden- ja lämmöneristetään pintamaan alapuolelle jääviltä osin. Sisäpuolelta puretaan kaikki muut rakenteet paitsi kantavat lattian kannattinpalkit. Jos lattian kantavat rakenteet ovat vaurioituneet, täytyy nekin purkaa. Toisinaan on tarpeellista puhdistaa perusmuurin sisäpinta esimerkiksi hiekkapuhaltamalla. Kantavista palkeista poistetaan näkyvä home esim. höyläämällä tai hiekkapuhaltamalla, minkä jälkeen rakenteet käsitellään homeenestoaineella. Joskus ryömintätila on riittävän korkea siihen, että korjaus voidaan suorittaa altapäin lattiapintoja rikkomatta. (Kärki & Öhman 2007, 24-25.)

Ryömintätilassa olevaa maata joudutaan yleensä muokkaamaan tai kuorimaan, koska se on orgaanista humuksen ja hiekan sekoitusta, jossa on voimakasta mikrobitoimintaa. Suosituksena on, että pohjamaata kaivetaan pois 300 mm, kuitenkin vähintään anturan alapintaan siten, että pohjamaa viettää rakennuksen keskeltä selvästi anturoita kohti. Jos ryömintätilassa on peruskallio, se kaivetaan esiin ja puhdistetaan. Kalliopinnan muoto korjataan betonoinnilla siten, ettei kallio kuljeta vettä rakennuksen alle. (Kärki & Öhman 2007, 25.) Mikäli betonointi ei ole mahdollista, asennetaan kallion painanteisiin uppopumppu (Oja 2018).

Maa-ainesten sekoittumisen estämiseksi pohjamaan päälle asennetaan suodatin kangas (Kärki & Öhman 2007, 25). Maapohjan lämmöneristäminen madaltaa maapohjan lämpötilaa ja estää ilman jäähtymisen ryömintätilassa. Kun maaperän lämpötila on matala, siitä myös haihtuu vähemmän kosteutta ryömintätilaan. (Oja 2018.) Lämmön eristeenä voidaan käyttää myös 200–300 mm kevytsoraa (Kärki & Öhman 2007, 25).

Tuuletusluukkujen riittävydestä on huolehdittava. Tuulettusta tarkasteltaessa tulee huomioida sekä aukkojen määrä että niiden sijainti. Tuuletusaukkojen pinta-alan tulee olla vähintään 1 promille tuuletustilan pohjan alasta ja tuuletusaukkojen tulee olla sijoitettu siten, että rakennukseen ei jää tuulettumattomia nurkkia (RIL 107-2012). Tuuletukseen voidaan hyödyntää myös koneellista poistoa.

4.4 Salaojat ja perusmuuri

Salaojituksella johdetaan maapohjassa rakennuksen lähellä liikkuva vesi hallitusti pois siten, että estetään kosteuden haitallinen pääsy rakenteisiin ja tiloihin (Sisäilmäyhdistys Ry). Vanhojen salaojien ongelmana on, että vasta 1990-luvulla rakentajat alkoivat käyttää salaojasoraa. 1990-luvulle asti käytettiin hiekkaa tai muuta hienoa maa-ainesta, jossa vesi ei liiku. Tällainen hieno maa-aines saattaa myös tukkia salaojan kokonaan. Myös rakennuksen lähetyillä kasvavat puut ja juureva kasvilisuus saattavat juurillaan tukkia salaojan. Vanha salaoja voi olla myös sortunut. (Ahtee 2017.)

Nykyaikaiset muoviputket yleistyivät 1960-luvulla, mutta 70-luvun alkupuolella saatettiin käyttää vielä tiilisalaojia (Wikikko, [Viitattu 29.4.2018]).

Toisaalta salaojia ei välttämättä ole laisinkaan. Rakennuspaikka voi olla sellainen, ettei pohjavesi uhkaa rakenteita, vesi valuu pois päin rakennuksesta ja maaperä on sopiva. Salaojien toimimattomuus tai niiden puute ei siis välttämättä tarkoita vahinkoja. Toimimattomat salaojat ovat yksi syy perustusten kosteusvaurioiden taustalla, ja viimeistään kellaritiloihin nouseva vesi tarkoittaa ongelmia salaojissa. Maanvaraisessa rakennuksessa ongelmia voi olla hankala havaita, vaikka salaojat olisivat tukossa. (Ahtee 2017.)

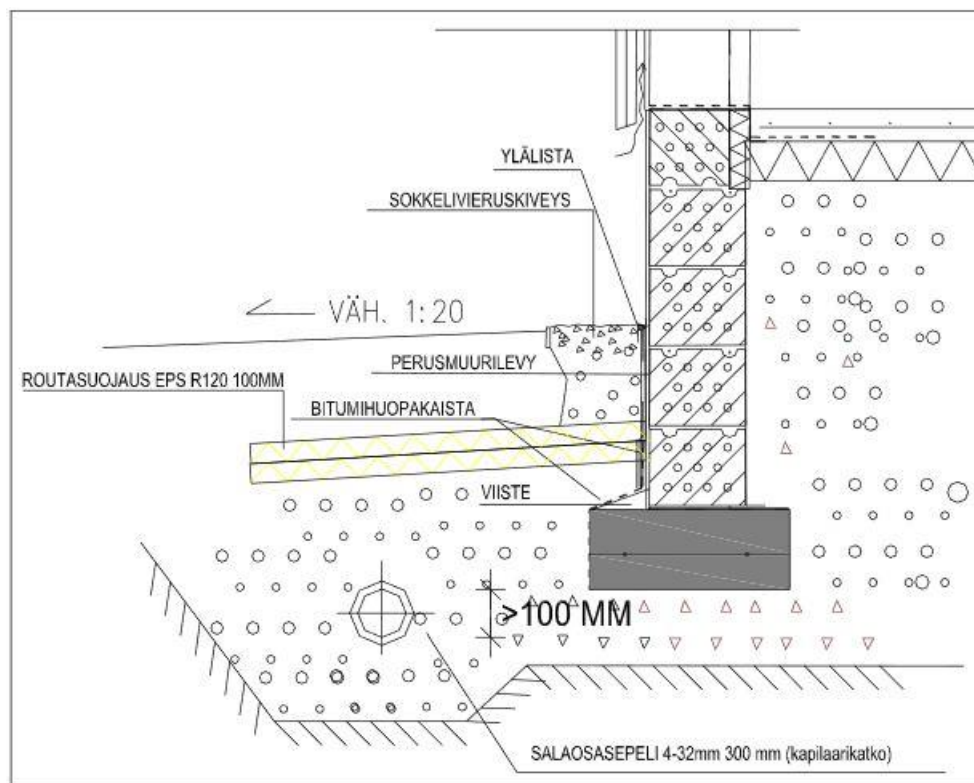
Salaojituksen ja perusmuurin kuivatuksen merkitys korostuu erityisesti, jos rakennuksessa on kuvion 6 kaltainen mineraalivillainen sokkelihalkaisu.

Korjaus. Perusmuurin vierusta kaivetaan ulkoapäin anturan alareunaan asti ja anturan alareunasta alemmas 1:3 kulmassa ulospäin viettävästi. (Kärki & Öhman 2007, 20.)

Rakennuksen salaojituksessa on huolehdittava, että sen korkeusasema korkeimmillaan on 100 mm anturan alapinnasta alaspäin. Salaojaputken on oltava jäykkä-rakenteinen. Talon jokaisessa nurkassa on oltava tarkastuskaivo ja seinustoilla vähintään 20 m välein. (RT 81-11000 2010.)

Salaojat asennetaan vähintään kallistuksella 1:100, mikä tarkoittaa 10 metrin matkalla 10 cm:n laskua. Salaojakaivanto täytetään pestyllä salaojasoralla 200 mm etäisyydellä salaojaputkesta. (RIL 121–2004.) Mikäli käytetään pesemätöntä salaojasoraa, peiton paksuuden tulee olla vähintään 300 mm. Salaojasorana voidaan käyttää myös sepeliä, jolloin sepelikerroksen ulkopuolella on käytettävä maarakentamiseen soveltuvaa suodatinkangasta estämässä täytemaan hienoineksen pääsyn salaojiin. (Kärki & Öhman 2007, 14–15.)

Sokkelin pinta puhdistetaan mekaanisesti harjaamalla tai hiomalla, tarvittaessa pinta oikaistaan ja siihen asennetaan perusmuurilevy tai kumibitumikermi. Mikäli lisälämmöneristys on tarpeellista, se tehdään XPS-eristeellä. Täyttömaana sokkelin vierellä käytetään raekooltaan 6–16 mm sepeli. (Kärki & Öhman 2007, 20.) Pintamaa muotoillaan rakennuksesta poispäin viettäväksi. Kuvion 2 mukaisessa sokkelin vieruskiveyksessä on syytä muistaa, että kerroksen tulee olla vettä pidättävä, eikä sadeveden saa antaa lammikoitua sokkelin viereen (Oja 2018).



Kuvio 2. Salaojan ja perusmuurin korjaus (Kärki & Öhman 2007).

5 RISKIT ULKOSEINÄRAKENTEESSA

5.1 Yleistä

70-luvun alussa otettiin käyttöön höyrynsulku estämään rakennuksen sisäpuolisen kosteuden pääsy seinäkanteeseen. Höyrynsulun toimivuuden kannalta on oleellista, että sen asennus on aukoton ja tiivis. Ensimmäiset höyrynsulkukalvot olivat kestävyydeltään melko heikkoja ja asennuksessa tapahtui paljon virheitä. Mm. naulat ja erilaiset läpiviennit, kuten sähköjohdot, lävistivät sen huolettomasti. Höyrynsulkua ei tuolloin myöskään limitetty. (Lukander 2010.)

Energiakriisin myötä 70-luvulla lämmöneristepaksuus kasvoi niin, että 100 mm:n runkoon tehtiin 50 mm:n lisäeristys koolauksineen. Runko jäykistettiin vinojäykisteillä ja tuulensuojalevyllä. Puurunkoinenkin talo verhoitiin usein punaisella tai keltaisella tiilellä. Puuosat, kuten ikkunat ja katon otsalaudoitukset, petsattiin tummiksi (Lukander 2010.)

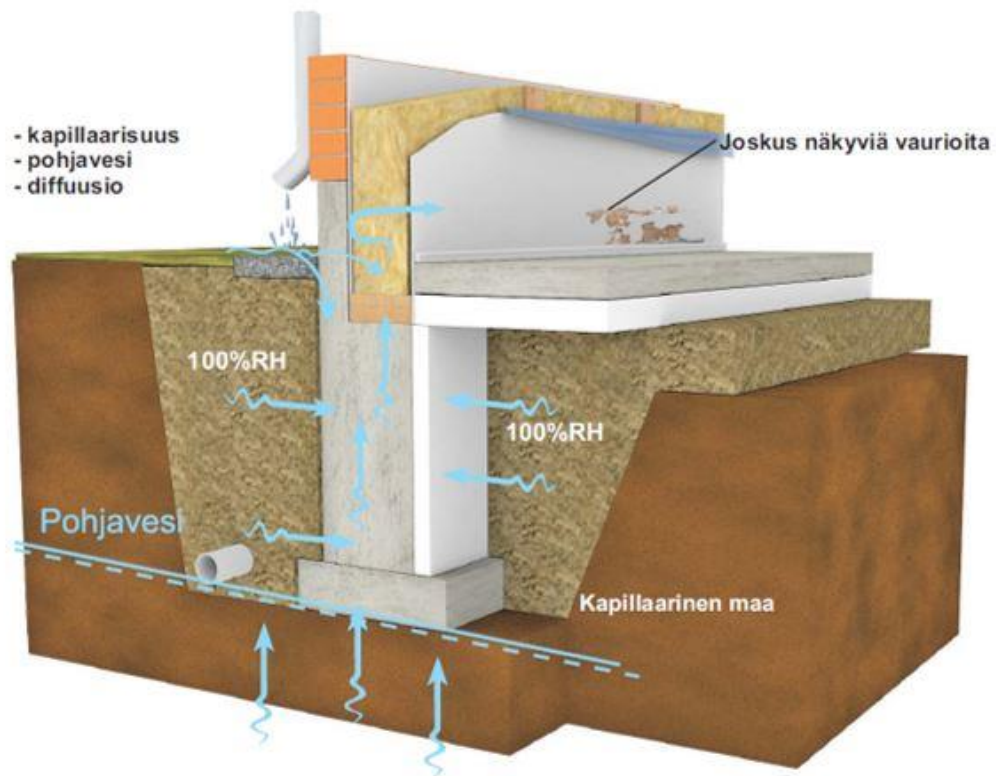
Sisäpuolen seinäpäällysteistä ehdottomasti suosituin oli lastulevy. Aikanaan hyvinkin akuutti ongelma lastulevyjen liiman allergisia reaktioita aiheuttavasta formaldehydistä on nykyisin jo käytännössä poistunut. Mikäli sisäverhouksissa on vielä alkuperäisiä lastulevyjä, formaldehydi on vuosikymmenten mittaan haihtunut – vain kosteusvaurion yhteydessä sitä saattaa vielä vapautua. Uusissa lastulevyissä tätä ongelmaa ei ole. (Lukander 2010.)

5.2 Seinärungon perustamiskorkeus

Kun puurunkoisen ulkoseinän alajuoksu on matalalla maanpintaan nähden, niin alajuoksu ja seinän alaosan rakenteet ovat alttiita kapillaariselle vedennousulle. Usein matalaan perustukseen liittyy valesokkelirakenne, jossa perusmuurin ja lattian korkeus on lähellä maanpintaa ja puurungon eteen on rakennettu ohut perusmuurin kuori, ns. valesokkeli. Vaurioitumisriskiä lisäävät salaojituksen puutteet sekä puutteet sade- ja hulevesien ohjauksessa. Vaurioituminen alkaa yleensä seinän alaoh-

jauspuun alapinnasta. Valesokkelin takana olevat lämmöneristeet saattavat vaurioitua kapillaarisesti tai diffuusion vaikutuksesta kulkeutuneen kosteuden vaikutuksesta. (Pesonen & Karnaattu 2012, 30). Valesokkelirakenne ja sen kosteuskuorma on esitetty kuviossa 3.

70- ja 80-luku oli valesokkelien kulta-aikaa. Valesokkelin kosteusvauriot eivät aina näy ulospäin, joten perustusrakenne on tarkistuksen arvoinen asia sisäilmaongelmien alkuperäksi. Valesokkelin tunnistaa helpoiten sokkelin yläpinnasta useita kymmeniä senttejä alempana olevasta ulko-ovesta. Valesokkelirakenteelle ominaista on myös se, että sisällä lattiapinta on kutakuinkin maan pinnan tasalla. (Hometohtori 2016.)



Kuvio 3. Valesokkelirakenne ja sen kosteuskuormat (Heikkinen 2012).

Valesokkelirakenteessa puisen ulkoseinärungon alaohjauspuu on yleensä noin 200 mm lattiaa alempana. Rakennuksen ulkopuolella maan pinta voi nousta vuosien saatossa esim. asukkaiden pihaprojektien vuoksi, jolloin sokkelin takana oleva puu-

runko jää selvästi maan pintaa alemmaksi, jolloin maan kosteus pääsee puurakenteisiin helpommin. Seinärungon alaosan vaurioitumiseen vaikuttaa myös sisäilmasta siirtyvä ilman kosteus, joka kondensoituu sokkelin sisäpintaan. Lisäksi alajuoksuun saattaa nousta kosteutta myös kapillaarisesti. (Hometohtori 2016.)



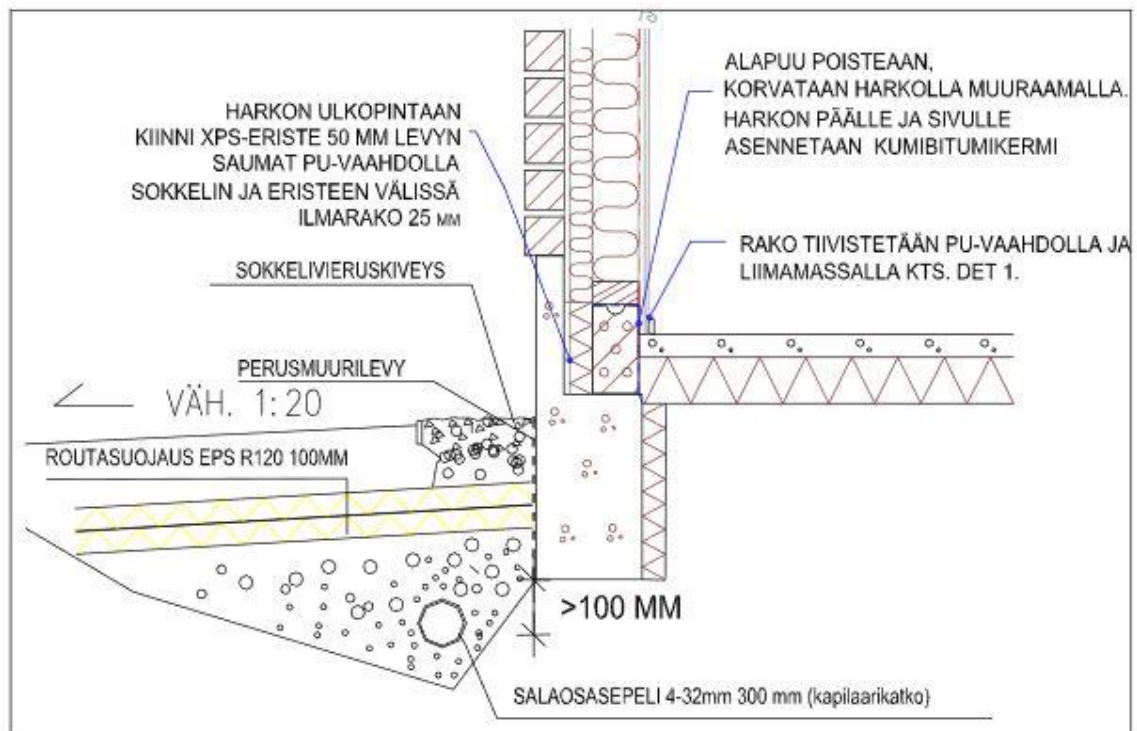
Kuva 1. Vaurioitunut ulkoseinärungon alaosa valesokkeli-rakenteessa (Ympäristöministeriö [Viitattu 15.4.2018]).

Korjaus. Valesokkelirakenteen ongelmien ennaltaehkäisyssä on hyvä pitää huolta rakennuksen ulkopuolisen kosteuden hallinnasta. Maanpinnan tulee olla selvästi rakennuksesta poispäin viettävä, vähintään 1:20-suhteessa (Hometohtori 2016). Myös puutarhan kasvillisuus, kuten kukkapenkit ja pensaat, tulee pitää riittävän etäällä rakennuksesta, ettei niistä aiheudu ylimääräistä kosteusrasitusta.

Ulkoseinän sisäverhous ja lämmöneristeet puretaan lattiapinnasta noin 500–700 mm korkeuteen. Runkopuut katkaistaan siten, että vaurioitunut puu poistetaan kokonaan. Alajuoksu puretaan ja sen ympäröivät rakenteet puhdistetaan ja desinfioi-

daan. Uusi rakenne aloitetaan muuraamalla kevytsoraharkko poistetun alajuoksu-puun tilalle siten, että valesokkelin taustan tuulettuminen pystytään varmistamaan. Sokkelin ja kevytsoraharkon väliin asennetaan lämmöneriste, esim. XPS. (Kärki & Öhman 2007, 33.)

Purettu seinän alaosa rakennetaan kuten alkuperäinen rakenne. Höyrynsulku asennetaan lattialaatan ja harkon väliin jäävään rakoon, joka tiivistetään polyuretaanivaahdolla. (Kärki & Öhman 2007, 33.) Korjauksen periaatepiirros kuviossa 4.

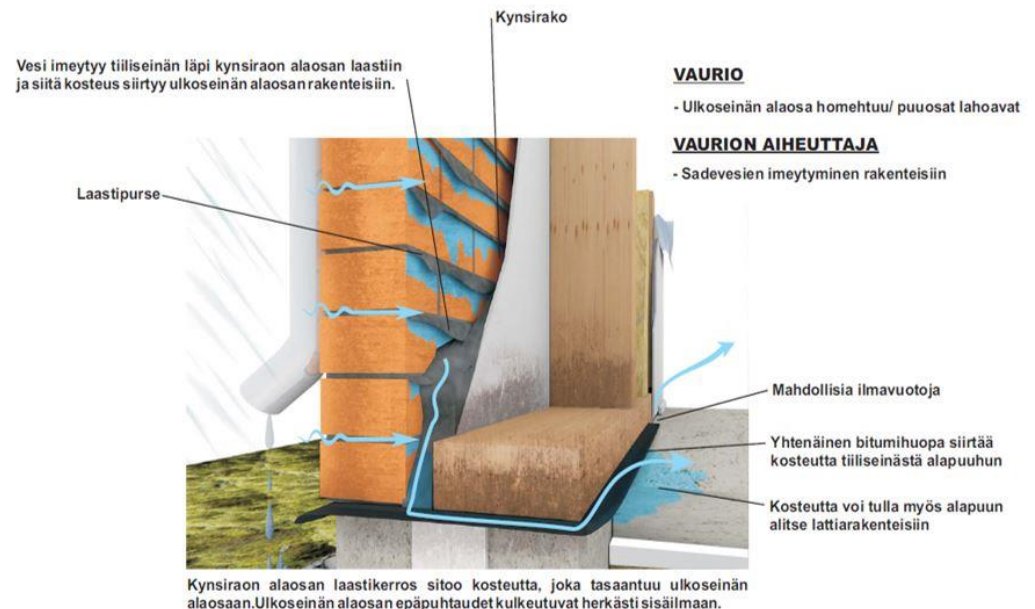


Kuvio 4. Korjattu valesokkelirakenne (Kärki & Öhman 2007).

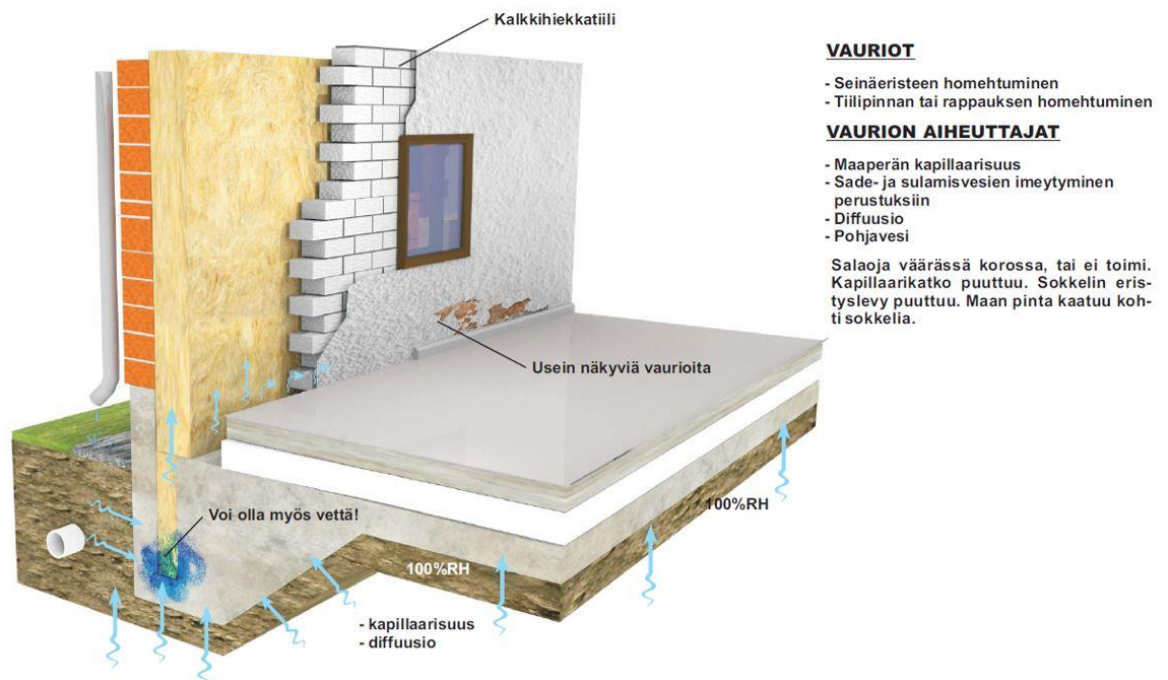
5.3 Tuuletus

Monikerroksisessa ulkoseinärakenteessa olevan tuuletusvälin tarkoitus on poistaa julkisivuverhouksen taakse joutunut kosteus. Rakenteessa oleva kosteus kuivuu tuuletusraossa virtaavan ulkoilman vaikutuksesta. Ilmavirtaus syntyy tuuletusrakoon lämpötilaerojen aiheuttamasta paine-erosta ja tuulen vaikutuksesta. Ulkoverhous suojaa varsinaista seinärakennetta ja pitää rakenteen ulkoilmaa lämpimämpänä, jolloin kondensoitumisriski vähenee. (Vinha ym. 2005).

Tiiliverhoilun takana on aina ilmarako, mutta sen riittävä toimivuus ja rakenteen tuulettavuus on 70- ja 80-luvun rakennuksissa pääsääntöisesti puutteellinen. Riittävän tuuletuksen takaamiseksi tiilimuurauksen alaosassa tulee olla joka kolmas pystysauma auki, jolloin ilmavirta pääsee tuulettumaan muurauksen taakse. Tuuletusvälissä olevat tukokset, kuten laastipurseet, heikentävät ilman virtausta ja rakenteen kuivumista. Rakennusaikana tipahdellutta muurauslaastia saattaa olla tuuletusvälin alaosassa niin paksultti, että se toimii kapillaarisena kosteuden siirtymisreitteinä alajuoksupuuhun. (Heikkinen 2012). Kuviossa 5 on esitetty tyyppillinen tiiliverhousrakenne. Kuviossa 6 on esitetty mineraalivillalla halkaistun sokkelin vaurioitumismekanismit.



Kuvio 5. Tyyppillinen tiiliverhousrakenne (Heikkinen 2012).



Kuvio 6. Kosteuden siirtymismekanismit. Kaksoistiiliseinärakenne ja reunavahvistettu laatta sekä kaksoisbetonilattia (Heikkinen 2012).

Puuverhoilu saattaa olla kiinnitettynä suoraan tuulensuojalevyyn, jolloin tuuletusväli puuttuu kokonaan. Pystyaukkoitettu puuverhoilu vaatii ristikoolauksen tuulettumisen toimivuuden takaamiseksi. Näin ei kuitenkaan aina ole, vaan pystyaukkoituksen takana on pelkästään vaakakoolaus, joka tukkii ilmavirtauksen reitin.

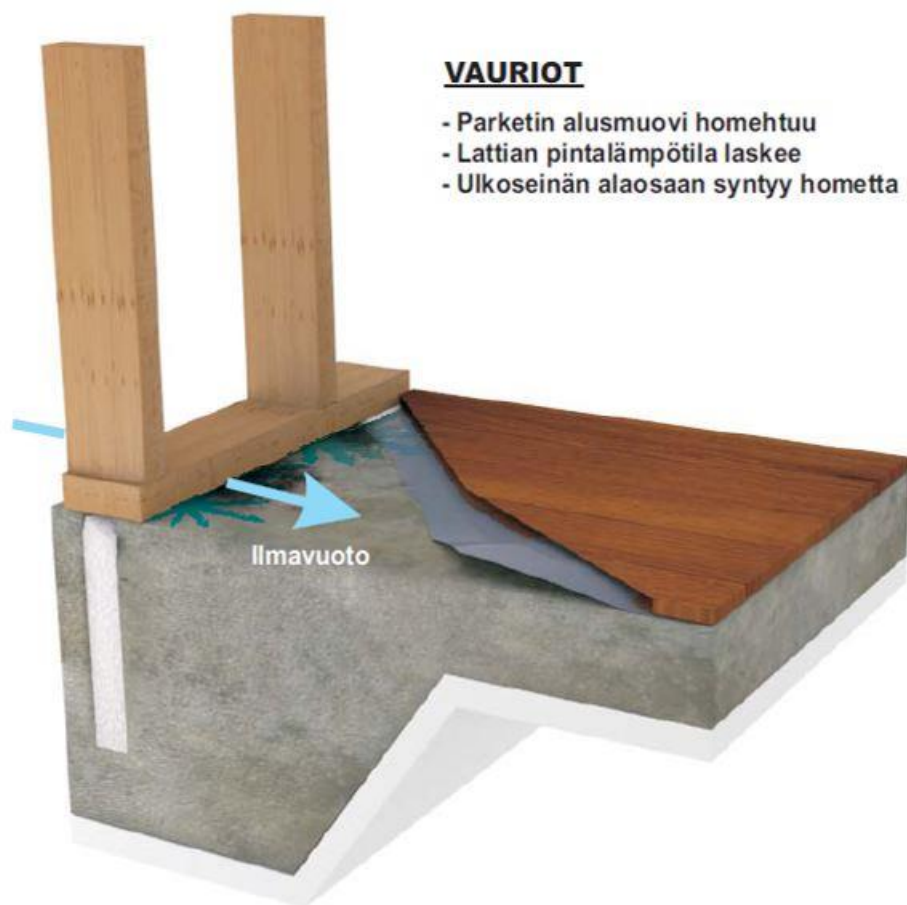
5.4 Lämmöneristävyys

Ulkoseinän lämmöneristävyteen vaikuttaa lämmöneristekerrospaksuuden lisäksi ratkaisevasti myös ilman läpäisevyys. Tyypillisesti 70-80-luvun puurunkoisessa ulkoseinärakenteessa on 75–100 mm mineraalivillaa. Rakenteen U-arvo on 0,41 W/m²K–0,28 W/m²K. Nykytasoon (0,17 W/m²K) tarvitaan n. 100 mm paksuinen lisäkerros mineraalivillasta. (Oulun kaupunki 2013, [Viitattu 14.2.2018].) Tutkitulla aikakaudella lämmöneristeiden asennus on saattanut olla vajaata tai puutteellista, kuten kuviossa 7 on esitetty.

Korjaus. Lisäeristys suositellaan asentamaan seinärakenteen ulkopintaan, mikäli vanha seinärakenne sen mahdollistaa. Seinän uusi rakennusfysikaalinen toiminta

on aina varmistettava, sillä alkuperäinen höyrynsulku/ilmansulku ei välttämättä ole enää riittävä. Se ei kuitenkaan ole taloudellisesti kannattavaa muutoin kuin julkisivuremontin yhteydessä. (Oja 2018).

Energiatehokkuuden lisäksi tulisi kiinnittää huomiota alkuperäisen seinärakenteen kosteustekniseen toimintaan sekä lisälämmöneristämisen aiheuttamat muutokset kosteustekniseen toimivuuteen. Lisäksi tarkasteluissa tulee huomioida sääolosuhteiden mahdolliset muutokset. Seinärakenteen paksuuden kasvaessa myös seinärakenteeseen mahdollisesti päässeän kosteuden kuivumisolosuhteet huononevat.



Kuvio 7. Epätasainen sokkelin pinta ja valuvaiheessa vaurioitunut lämmöneriste vaurioittavat ulkoseinärungon alaosan (Heikkinen 2012).

5.5 Ovet ja ikkunat

70- ja 80-luvulla ovien ja ikkunoiden puutteita ovat huono lämmöneristävyys sekä virheet asennuksessa, kuten tiivistämisessä ja pellityksessä. Kaksilasisen ikkunan tyypillinen U-arvo on noin $2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, kun vastaavasti uuden ikkunan U-arvo voi olla jopa $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tavanomainen uuden ikkunan U-arvo on $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. (Oulun Kaupunki 2013, [Viitattu 14.2.2018].)

Korjaus. Ikkunoiden tiivistys vähentää ilmavuotoja ja vedon tunne vähenee. Tiivistäminen estää kostean sisäilman pääsyn ikkunan välitilaan. Tiivistäminen karmin ja apukarmin välistä estää kylmän ulkoilman pääsyn sisäilmaan. Tiivistäminen parantaa myös rakennuksen ääneneristävyyttä. Ikkunoiden tiivistyksellä voidaan pienentää energiankulutusta jopa 15 %. (Oulun Kaupunki 2013, [Viitattu 14.2.2018].)

Ikkunoiden uusiminen vaatii aina rakennusluvan. Vanhojen ikkunoiden käyttöikä on noin 30-50 vuotta. Aurinko, sade ja tuuli aiheuttavat kosteus- ja lämpötilavaihtelua, jotka aiheuttavat ikkunakarmien vääntymistä ja lahovaurioita. 2-lasisten ikkunoiden uusimisen takaisinmaksuaika sähkölämmitteisessä talossa on noin 8 vuotta. (Rytmirakennus [Viitattu 17.4.2018].)

Vanhoja ikkunoita tiivistäessä tai uusiessa tulee ottaa huomioon korvausilman riittävyys. Usein uusiin ikkunoihin asennetaan erilliset korvausilmaventtiilit. Ikkuna- ja oviremontin yhteydessä tulee aina tarkastaa seinärakenteen yleiskunto.

5.6 Höyrynsulku

Höyrynsulun tarkoitus on estää sisäilman kosteutta tiivistymästä seinärakenteen sisään. Tästä syystä höyrynsulun on oltava aina ulkoseinärakenteen lämpimällä puolella. Puutteet ulkoseinän höyrynsulussa tai muuten virheellinen seinärakenne tekevät seinästä riskirakenteen. Kun sisäilman kosteus on korkea ja seinärakenteen kosteustekninen toimivuus puutteellista, syntyy kosteusvaurion muodostumisen riski seinärakenteen sisälle. Seinärakenteet tulee olla ulospäin harveneva, jolloin rakenteessa oleva kosteus pääsee kulkeutumaan ulos. (Pesonen & Karnaattu 2012, 32.)

On mahdollista, että kesällä rakennuksen sisällä on viileämpää kuin pihalla. Tällöin saattaa syntyä tilanne, jossa ulkoilmassa oleva vesihöyry kondensoituu höyrynsulkumuovin väärälle puolelle. Ulkoseinälle sijoitetut massiiviset kaapistot aiheuttavat myös häiriöitä ulkoseinärakenteen rakennustekniseen toimivuuteen.

Sisäpuolisen höyrynsulun puuttuessa tai kun höyrynsulku on puutteellinen, sisäilman kosteus pääsee kulkeutumaan seinärakenteen kylmiin osiin, eli eriste-kerroksen ulkopinnalle, mahdollistaen kosteus ja homevaurion riskin. Vaurio syntyy herkimmin talvella, kun ilman suhteellinen kosteus nousee ulkolämpötilan laskiessa. Vaurioita voidaan arvioida ja paikallistaa lämpökamerakuvauksella, lämpötilamittauksilla ja rakenneavauksilla. (Pesonen & Karnaattu 2012, 32.)

6 RISKIT YLÄPOHJARAKENTEISSA

6.1 Yleistä

70-luvun rivitalossa on tyypillisesti matala harja- tai tasakatto. 80-luvulla myös hyvin jyrkkien kattojen rakentaminen yleistyi. Vesikatto on rakennekokonaisuus, joka erottaa rakennuksen huoneilman ja ulkoilman toisistaan. Vesikatto koostuu rakennesista, joiden tulee toimia yhdessä.

Näihin rakenneseisiin kuuluvat

- kantava rakenne
- ilmansulku/höyrynsulku
- lämmöneriste
- tuuletustila (tarvittaessa) ja tuulen ohjaus
- vesikatteen alusrakenne
- vesikate
- sadevesien poisjohdatus
- läpiviennit
- kattoon liittyvät muut rakenteet ja varusteet.

Yläpohjan ja vesikaton kosteusvauriot aiheutuvat usein vesikaton ja aluskatteen vuodoista tai kosteuden kondensoitumisesta yläpohjaan. Puutteellinen tuuletus lisää kosteuden tiivistymisriskiä yläpohjassa. Toisaalta kostea ulkoilma päiväsaikaan on myös kosteuslähde yöaikaan ilman jäähtyessä. Ongelmaa ei pysty havaita muutoin kuin yläpohjassa. Katto ei aina vuoda huonetilaan asti, vaan kosteus voi jäädä yläpohjan rakennekerrokseen aiheuttaen piilevän vaurion. Esimerkiksi läpivientien tai jiirien vuodot voivat pysähtyä ja levitä yläpohjan höyrynsulkumuovin päälle, jolloin muovia koskettavat eristeet ja rakenteet vaurioituvat. (Pesonen & Karnaattu 2012, 33.)

Kiinteistön omistaja on vastuussa siitä, että kiinteistö ympäristöineen on turvallinen. Vesikatteen korjaustyön yhteydessä päivitetään aina kattoturvatuotteet säännösten mukaisiksi. Suomen järjestyslain viidennessä pykälässä sanotaan seuraavaa:

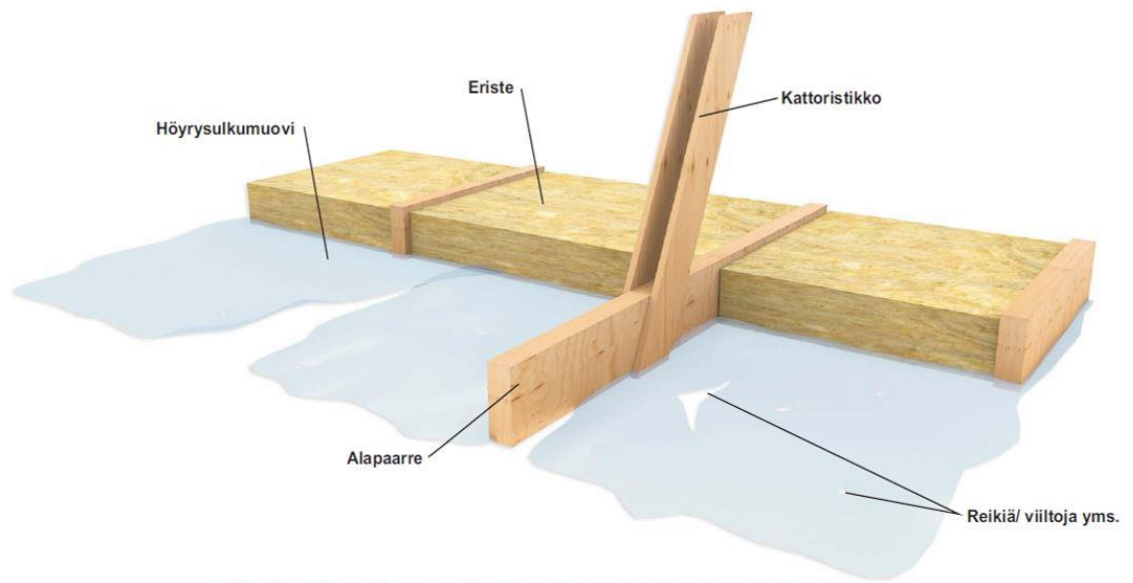
Rakennuksen tai rakennelman omistajan tai haltijan taikka hänen edustajansa on huolehdittava siitä, ettei rakennuksesta, rakennelmasta tai muusta vastaavasta paikasta putoava lumi tai jää taikka muu esine tai aine aiheuta vaaraa ihmisille tai omaisuudelle.

6.2 Ilman- ja höyrynsulku

70- ja 80-luvulla ilman- ja höyrynsulkuna on yleensä käytetty rakennusmuovia, jolla ei ole UV-suojaa, joten se on todennäköisesti haurastunut vuosien saatossa. (Oulun kaupunki 2013). Kun yläpohjasta puuttuu höyrynsulku tai se on puutteellinen johtuen huonosta asennustyöstä tai muista syistä, sisätilasta pääsee kulkeutumaan vesihöyryä ja lämpövirtausta yläpohjaan. Sisätiloista yläpohjaan ja ullakkotilaan siirtyvä kosteus voi kylmänä vuodenaikana kondensoitua rakenteiden kylmille pinnoille kuten vesikattoon ja valua sieltä lämmöneristeisiin. Tämä ilmiö on nähtävissä kuvassa 2. Kuviossa 8 on sama ilmiö havainnollistettuna. Vuotava höyrynsulku mahdollistaa myös mineraalikuitujen kulkeutumisen asuintiloihin. (Pesonen & Karnaattu 2012, 34-35.)



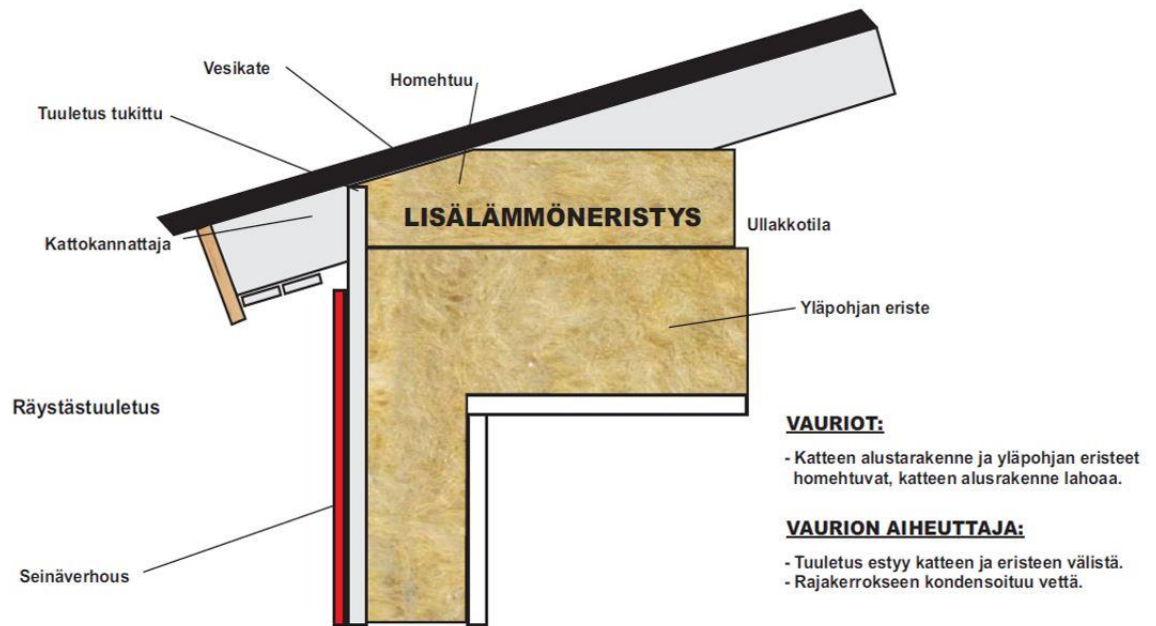
Kuva 2. Puutteellisen läpivientitiivistyksen aiheuttama kosteusvaurio (Oja 2017).



Kuvio 8. Yläpohjan höyrynsulku vuotaa. Vuotoilman kosteus kondensoituu eristekerrokseen (Heikkinen 2012).

6.3 Lämmöneriste

Yläpohjan lämmöneristeenä on käytetty pääsääntöisesti mineraalivillaa ja eristekerroksen paksuutena on käytetty 150–250 mm. Jotta päästäisiin U-arvoon 0,09 (W/m²K), tarvittava lisälämmöneristeen kerrospaksuus olisi 300 mm. (Oulun Kaupunki 2013, [Viitattu. 13.2.2018].) Lämmöneristepaksuuden lisääminen pienentää yläpohjan tuuletustilaa, mikä lisää kosteuden tiivistymisriskiä yläpohjassa esim. yöaikaan. Jo asennettu lisälämmöneriste saattaa olla virheellisesti asennettu ja tukkia tuuletun (kuvio 9).



Kuvio 9. Yläpohjan lisälämmöneristäminen voi tukkia tuuletuksen (Heikkinen 2012).

6.4 Tuuletus

Yläpohjan tuuletuksen tarkoituksena on poistaa yläpohjaan joutunut kosteus, jotta kosteus ei tiivistyisi yläpohjassa vedeksi aiheuttaen vaurioita. Toimivan tuuletuksen varmistamiseksi on tuuletusaukkoja tai rakoja oltava riittävästi. Virheellisesti asennettu lisälämmöneriste saattaa tukkia katon tuuletuksen, mikä lisää kosteus- ja homevaurion riskiä. (Pesonen & Karnaattu 2012.)

6.5 Loivat kermikatot

Kermikatteiden käyttöikä on normaalisti enintään 40 vuotta. Katon kaltevuuksissa on pääsääntöisesti puutteita tai ainakin painaumia ja ne tulisi korjata. Kaltevuutta suunniteltaessa tulisi pyrkiä kaltevuuteen 1:40. Loivempia kallistuksia kuin 1:80 ei tulisi sallia lainkaan. Kun yläpohjassa on lämpövuotoja, pakkasen puolella pysyvä räystäs jäädyttää veden patoumiksi, jotka lisäävät vuotoriskiä. (RT 85-10738 2000.)

Tasakatoilla vedeneristys tulisi yltää räystääskorokkeen yli ulkoseinän pinnan ulkopuolelle saakka. Ilmavirtaukset voivat kuljettaa sadevettä ja lunta räystääspellityksen alta seinä- ja kattorakenteisiin, jos vastapelti puuttuu. Liian matalan räystääskorotuksen takia katolle patoutunut vesi pääsee nousemaan räystääskorotuksen alle (kuva 3). Vedenpoistoputki rakenteen sisällä on aina riski, sillä rikkoutuessaan vuotokohtaa on vaikeaa havaita.

Kermikatteen halkeilu, repeäminen ja saumojen aukeaminen ovat vaurioita, jotka vaativat pikaisia toimenpiteitä. Ne voivat johtua alustan liikkeistä, liikuntasaumojen puutteesta sekä katteen teknisen käyttöiän päättymisestä. Räystäiden, läpivientien ja ylösnostojen tiivistys on tyypillisesti puutteellinen. 70- ja 80 -luvun loivalla kermikatolla kallistukset ovat olemattomat ja vedenpoisto puutteellinen. Muun muassa kattokaivojen huoltojen laiminlyönti aiheuttaa tulvatilanteita, jolloin vesi pääsee vuotamaan rakenteisiin aiheuttaen vaurioita (kuva 4). (RT 85-10738 2000.)



Kuva 3. Matala räystääskorotus (Oja 2017).



Kuva 4. Puutteellisen huollon ja muiden vaurioiden aiheuttama lammikoituminen. (Oja 2017).

Korjaus. Kermikaton korjaustoimenpiteet tulee suunnitella havaittujen vaurioiden perusteella. Pienet, paikalliset puutteet voidaan korjata paikkaamalla. Yleistä on

myös uuden pintakermin lisääminen vanhan päälle. Mikäli katto päätetään korjata raskaammin, katon kaltevuudet ja geometrinen tasomaisuus on tarkastettava.

Korjaustyön yhteydessä rakennetaan isoille läpivienneille vedenohjauskiilat. Mikäli loivan katon tuuleentumisessa, lämmöneristeessä tai höyrynsulussa on selkeitä puutteita, korjaustyö kannattaa ulottaa sisäverhouslevyyn asti.

Näiden lisäksi korjaustyössä tulee huolehtia palomääräysten täyttymisestä, jolloin usein huoneistojen välille tulee ullakko-onteloon rakentaa paloa osastoiva seinä.

6.6 Tiilikatteet

Tiili- ja kuitusementtilevykatteita käytetään ainoastaan katoilla, joiden kaltevuus on vähintään 1:4. Yläpohjat ovat aina tuulettuvia. Tiilikatteen alla on käytetty yleensä aluskatetta. Aluskatemateriaalit kuitenkin ovat saattaneet vaurioitua vuosien saatossa. Aluskate on myös saatettu asentaa virheellisesti (kuva 5). (RT 85-10738 2000.)

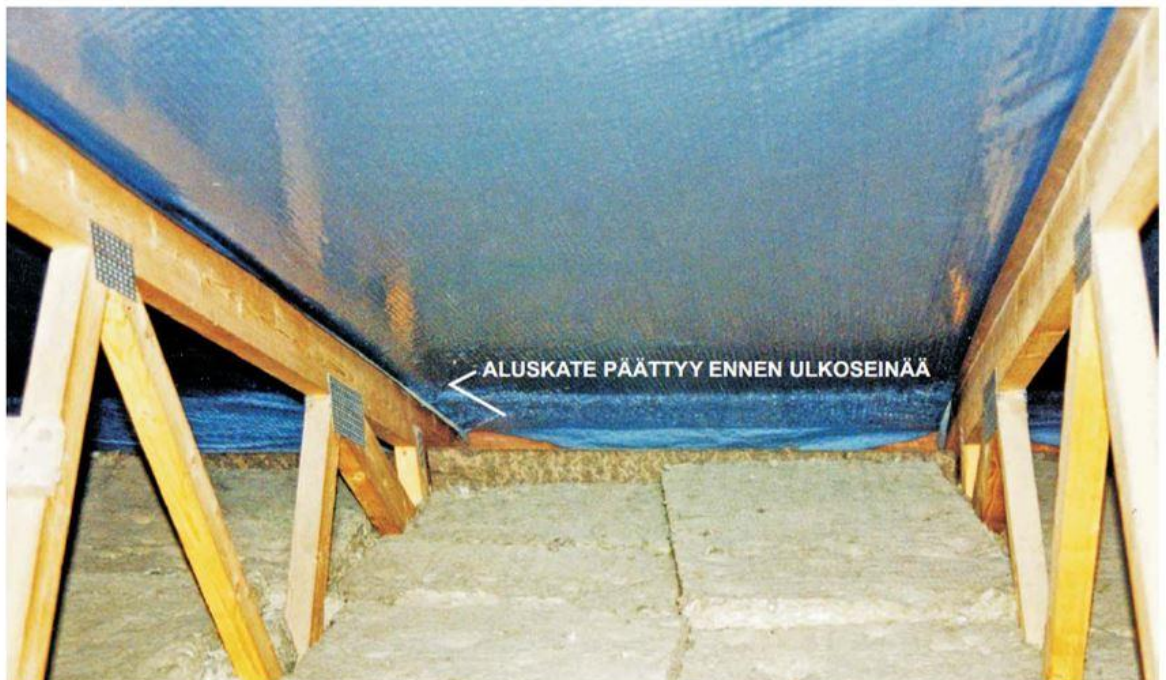
Korjaustyön yhteydessä katolle asennetaan kattopollareita sekä lumiesteitä, jos lumen ja jään putoamisesta on vaaraa. Eri aikoina valmistettujen ja eri valmistajien kattotiilien ja kuitusementtilevykatteiden laatu ja kestävyys vaihtelee hyvin paljon, jolloin myös katon käyttöiällä on hyvin suuri skaala.

Tiilikatteille yleistä on pakkasvauriot ja halkeilu. Myös harjakatolla saattaa olla puutteellinen tuuletus. Aluskate voi olla virheellisesti asennettu tai se voi puuttua kokonaan. Kattomateriaalista riippumatta läpivientien tiivistys on ongelmallista ja aluskatteen kunnolla ja toteutuksen laadulla on suurempi merkitys. (RT 85-10738 2000.)

Jyrkillä katoilla lumikuormat ovat yleensä minimaaliset ja taipumat eivät ole helposti nähtävissä. Ongelma on yleensä jo vakava silloin, kun vauriot havaitaan. Tiilet ja katelevyt saattavat halkeilla katolla kävelemisestä tai huonosta kiinnityksestä. Pakkasvaurioita syntyy, jos kate on vettynyt, jolloin se toistuvasti jäätyessään ja sulaessaan rapauttaa katetta. Myös alustan liikkeet voivat vaurioittaa katetta. Alustan liikkeet johtuvat pääasiassa puisen alusrakenteen kosteusvaihtelusta. Kosteus kat-

teessa voi olla kondenssikosteutta tai varsinaisen vesikatteen saumoista tai läpivientien liittymäkohdista tuulen mukana kulkeutunutta sadevettä ja tuiskulunta. Kosteusliikkeitä ja -vaurioita voi aiheuttaa myös katteen alle ruoteisiin kerääntyneet roskat ja rakennusaikaiset jätteet, kuten sahanpuru yms., jotka tukkivat aluskatteen ja katteen välistä tuuletusväliä. Katon vauriot voivat johtua myös puutteellisesta huollosta.

Korjaus. Mikäli yläpohjarakenteet eivät ole vaurioituneet, riittää katon korjaustoimenpiteiksi rikkoutuneiden kattotiilien uusiminen, huoltopesu ja maalaus. Aluskatteen puutteet tulee korjata, mikäli niitä havaitaan. Mikäli yläpohja on selkeästi vaurioitunut, voi edessä olla raskaampi korjaus, jolloin kattotiilet puretaan. Raskaamassa korjaustyössä tiilikate puretaan. Alusrakenteista vaihdetaan vaurioitunut puuainees uuteen. Myös lämmönesiteiden ja höyrynsulun kunto on tässä yhteydessä hyvä tarkistaa.



Kuva 5. Aluskate päättyy ennen ulkoseinää, vesi valuu yläpohjaan ja ulkoseinärakenteeseen (Heikkinen 2012).

6.7 Metallikatteet

Metallikatteet ovat yleensä varsin pitkäikäisiä. Teräspeltikatteen käyttöikä voi olla jopa 60 vuotta, kuparikatteella vieläkin enemmän. (RT 85-10738 2000.)

Metallikatteen yleisin vaurio on korroosio. Metallikate on tyypillisesti joko saumattu teräspelti tai profiilipelti, joka on alustassaan kiinni naulojin. Naulakiinnitys on vuosien myötä usein löystynyt ja kumitiivisteet hapertuneet.

Korjaus. Metallikate voidaan maalata, mikäli se ei ole pahoin korrodoitunut. Peltikatteen vaihdon yhteydessä on syytä tarkistaa jäävien rakenteiden kunto ja tarvittaessa uusita ne. Metallikatteen uusimisen yhteydessä uusitaan aina myös rännit ja syöksytorvet sekä päivitetään kattoturvatuotteet. Katteen uusimisen yhteydessä aluskate uusitaan tai sen puuttuessa se lisätään. Aluskate voi olla joko kumibitumikermi tai tavanomainen aluskate. Aluskatteen materiaalivalinnassa tulee kiinnittää huomioita myös pellin ja aluskatteen välisen tilan riittävään tuuletukseen.

6.8 Sadevesien poisjohtatus

70- ja 80-luvun harjakattoisissa rakennuksissa sadevesien poisjohtatus on hyvin usein puutteellista. Rankkasateella saattaa sataa 7 millilitran vesikertymä yhden tunnin aikana (Ilmatieteen laitos 2018). Tämä vastaa 7 litraa vettä yhden neliömetrin kokoiselle alueelle. Kun talon sadevesien poisjohtamisessa on puutteita, saattaa pieneltäkin katolta ohjautua jopa tuhansia litroja vettä suoraan talon jaloille eli sen perustuksiin pitkien sadejaksojen aikana. Perustuksiin joutunut vesi tarkoittaa yleensä aina ongelmia. (Malmivaara 2015.)

Talon perustuksiin ohjattu sadevesi toimii kuin automaattinen talon kastelujärjestelmä. Vettä sataa tasaisesti koko kevään, kesän ja syksyn pitäen talon perustukset ja sen ympäröivän maan kosteana aiheuttaen suuren kosteusrasituksen melkein ympäri vuoden. Sadevesien ohjaaminen pois katolta ja talon välittömästä läheisyydestä tulee tehdä hallitusti, nykymääräysten mukaisesti vähintään kolmen metrin

päähän talon vierustalta. Valitettavan usein tämä perusasia on unohdettu. (Malmivaara 2015.)

Korjaus. Katon sadevedet ohjataan räystäskourujen ja syöksytorvien kautta rännikaivoihin, mistä vesi ohjataan umpiputkia pitkin sadevesikaivoon ja siitä edelleen kunnan sadevesiviemäriin. Vedet voidaan myös imeyttää maastoon, taajamassa imeytys saattaa vaatia rakennusvalvontaviranomaisen arvion. (Kärki & Öhman 2007, 14.)

Sadevesien poisjohdatuksen korjauksen yhteydessä on huolehdittava maanpinnan muotoilusta siten, että se on selvästi rakennuksesta pois päin viettävä.

7 KUSTANNUKSET

7.1 Korjauskustannusten arviointi

Tässä opinnäytetyössä korjaustapojen kustannusten arvioimiseen on määriteltä tyypitalo, joka on Seinäjoen Joupissa sijaitseva 6 huoneiston rivitalo. Rakennuksen ulkomitat ovat 10 m x 60 m. Harjakattoisena vesikaton pinta-ala on 750 m². Rivitalo on asunto-osakeyhtiön omalla 2400 m²:n tontilla.

Korjauskustannuksiin vaikuttaa merkittävästi myös mahdollinen haitta-aineiden esiintyminen. Haitta-ainekartoitus on tehtävä aina ennen vuotta 1994 rakennettuihin rakennuksiin. Jos rakenteesta löytyy haitta-aineita, on sen purkutyö luvanvaraista.

Korjaushankkeen kustannuksiin oman lisänsä tuo korjaustyön luvanvaraisuus. Rakennuksen vaipparakenteen ja LVI-järjestelmiin liittyvät muutokset ja korjaustyöt vaativat lähes aina rakennus- tai toimenpidelupaa. Lisätietoa luvanvaraisuudesta saa kunnan rakennusvalvonnasta. (Almgren & Rinne 2013). Maankäyttö ja rakennuslain mukaan rakennus- tai toimenpideluvanvaraisten korjaus- ja muutostöiden tai käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä on parannettava rakennuksen lujuutta ja vakautta, paloturvallisuutta, terveellisuutta, käyttöturvallisuutta, esteettömyyttä ja energiatehokkuutta, mikäli se on teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa. (L 5.2.1999/132, § 117.)

7.2 Kiinteistön arvo

Tontin arvo on keskimäärin 65-70 €/m². Taulukossa 1 on toteutuneiden kauppojen perusteella tehty hinta-arviot. Hinta-arviomaksimissa huoneisto on kauttaaltaan peruskorjattu sekä sisältä että ulkoa. Hinta-arviominimissä huoneisto on alkuperäisessä kunnossa, ja taloyhtiössä on tehty vain vähäisiä korjaustöitä. Taloyhtiön korjaukset vaikuttavat hintaan myönteisesti korkeintaan 150–200 €/m². Toisaalta huoneiston sisäinen remontti saattaa nostaa huoneiston arvoa jopa 500-600 €/m². (Majala 2018.)

Taulukko 1. Tyypillisen 70- ja 80-luvun rivitalon huoneistot Seinäjoella.

Huoneisto	Lukumäärä kpl	Koko m²	Osakemäärä	Hinta-arvio minimi €/m²	Hinta-arvio maksimi €/m²
Kaksio	3	58	58/417	1200	1900
Kolmio	2	75	75/417	975	1850
Neliö	1	93	93/417	1000	1700

7.3 Korjausten kustannukset

Korjausten kustannuksia arvioidessa korjaukset luokiteltiin kolmeen kategoriaan: kevyt, keskirakas ja raskas. Käytännössä kevyt korjaus on joko ennaltaehkäisyä tai kuin tekohengitystä: se ei poista ongelmaa, vaan antaa hieman lisää aikaa raskaammalle korjaukselle. Raskas korjaus taas poistaa ongelman ja rakennus on korjatulta osalta lähes uutta vastaava. Korjausten kustannukset muodostuvat monen tekijän summasta eikä ole olemassa yhtä pätevää hintaa monimutkaisessa korjaustyössä, vaan summat ovat aina arvioita. Korjaushankkeessa myös urakan ulkopuolisiin lisä- töihin on varauduttava.

Korjauskustannusten hinta-arviot ja korjaustasot pintapuolisesti on esitetty taulukossa 2. Taulukkoon on esimerkkinä esitetty korjauksen kustannusten vaikutus 58 m²:n kaksioon.

Taulukko 2. Korjausten kustannusarvio (Tuomisto 2018).

Toimenpide	Hinta-arvio minimi	Hinta-arvio maksimi	Kustan- nus kaksi- olle
Tuulettuva alapohja			
Kevyt: Lisätään tuuletusaukkojen määrää tai koneellistetaan tuuletus, profiloidaan pintamaa, poistetaan ryömintätilasta roskat ja muha rakenteita rikkomatta.	12 000 €	16 000 €	1 477 € - 2 225 €
Keskiraskas: Yllä luetellun lisäksi uusitaan sadevesien poisjohdatus, salaojat, ja sokkelin eristykset.	20 000 €	28 000 €	2 782 € - 3 894 €
Raskas: Avataan alapohja, profiloidaan pintamaa, asennetaan suodatin kangas ja 300mm sepeli. Rakennetaan alapohjarakenne. Lisäksi kohdissa keskiraskas ja kevyt mainitut työvaiheet.	200 000 €	300 000 €	27 817 € - 41 727 €
Maanvarainen alapohja (kaksoisbetonilaatta)			
Kevyt: Poistetaan ulkopuoliset kosteustekijät samoin kuin yllä olevan tuulettuvan alapohjan keskiraskas-kohdassa.	20 000 €	28 000 €	2 782 € - 3 894 €

Keskiraskas: Ulkopuolisten kosteustekijöiden poiston lisäksi puretaan ylempi betonilaatta ja lämmöneriste, vedeneristetään alempi laatta, jälleenrakennetaan alapohja vastavaksi XPS-eristelevyllä.	100 000 €	200 000 €	13 909 € - 27 817 €
Raskas: Yllä luetellun lisäksi myös alempi laatta, poistetaan maata niin, että saadaan asennettua väh. 300mm sepeliä.	200 000 €	300 000 €	27 817 € - 41 727 €
Valesokkeli			
Kevyt: Poistetaan ulkopuoliset kosteustekijät samoin kuin yllä olevan tuulettuvan alapohjan keskiraskas-kohdassa.	20 000 €	28 000 €	2 782 € - 3 894 €
Keskiraskas: Puretaan sisäverhouslevy ja katkaistaan runkopuut 500-700 mm korkeudelta. Poistetaan vaurioitunut alajuoksu. Täytetään syntynyt kolo muuraamalla. Jälleen rakennetaan ulkoseinän alaosa.	50 000 €	100 000 €	6 955 € - 13 909 €
Raskas: Yllämainitun lisäksi sisäpuolinen lisälämmöneristys.	100 000 €	150 000 €	13 909 € - 20 864 €
Ovet ja Ikkunat			
Kevyt: Vanhat ikkunat ja ovet maalataan ja tiivistetään.	20 000 €	40 000 €	2 782 € - 5 564 €
Raskas: Ovet ja ikkunat uusitaan	30 000 €	50 000 €	4 173 € - 6 955 €
Yläpohja tasakatto (kermi)			
Kevyt : Uusitaan kermikate vanhan päälle.	20 000 €	25 000 €	2 782 € - 3 477 €

Keskiraskas: Muutetaan tasakatto harjakatoksi. Ei muutoksia muihin rakenteisiin.	100 000 €	180 000 €	13 909 € - 25 036 €
Raskas: Uusitaan vesikatto, sisältäen koko yläpohjarakenteen.	150 000 €	250 000 €	20 863 € - 34 772 €
Yläpohja harjakatto (tiili)			
Kevyt: Tiilikate pestään ja maalataan, rikkoutuneet kattotiilet uusitaan.	20 000 €	25 000 €	2 782 € - 3 477 €
Keskiraskas: Uusitaan tiilikate, asennetaan aluskate.	35 000 €	40 000 €	4 868 € - 5 564 €
Raskas: Uusitaan vesikatto, sisältäen koko yläpohjarakenteen.	200 000 €	300 000 €	27 817 € - 41 767 €
Yläpohja harjakatto (pelti)			
Kevyt: Peltikate pestään ja maalataan.	12 500 €	17 500 €	1 739 € - 2 434 €
Keskiraskas: Uusitaan peltikate, asennetaan aluskate.	50 000 €	65 000 €	6 954 € - 9 041 €
Raskas: Uusitaan vesikatto, sisältäen koko yläpohjarakenteen.	200 000 €	300 000 €	27 817 € - 41 767 €
Muut yläpohjan kustannuslisät:			
Sadevesi järjestelmä: Sis. rännit ja syöksytorvet	4000 €	5000 €	486 € - 695 €
Sääsuoja:	25 000 €	35 000 €	3 477 € - 4 868 €

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Riskirakenteen olemassa oleminen ei aina tiedä ongelmia ja ne saattavat toimia vuosikymmeniä. Pitkään korjaamattomana ne kuitenkin kasvattavat kosteusvaurion riskiä, korjausvelkaa ja korjaustarpeen laajuutta. (Huusko 2017).

Suomalaisten pientalojen ja rivitalojen rakennus- ja suunnitteluvirheet, huollon puutteet ja korjausten laiminlyönti johtavat ongelmiin. Monessa tapauksessa kosteus- ja homevaurioihin havahdutaan asuntokaupan yhteydessä ja yleisimmin valitettavasti vasta kaupan jälkeen. Ostajan tulisi tutustua kriittisesti kaupan kohteeseen ja ottaa selvää mahdollisista riskeistä. (Bayer [Viitattu 13.4.2018].)

Rakenteita korjattaessa on tärkeää selvittää vaurion aiheuttaja ja poistaa vauriot riittävän laajalta alueelta. Korjausten suunnittelussa tulee ottaa huomioon koko rakenteen toimivuus. Rivitaloja korjattaessa korjausten kustannustaso on keskeisessä roolissa, joten ylikorjausta on vältettävä. Riskirakenteisessa taloyhtiössä on erittäin tärkeää kosteuden hallinnalla ennaltaehkäistä vakavia rakennevaurioita.

Tätä työtä tehdessä opinnäytetyön tekijälle selvisi, että ei ole olemassa selkeää jaottelua riskirakenteen ja ei-riskirakenteen välillä. Suunnittelijalle on tärkeää tuntee rakenteiden rakennusfysikaalinen toiminta. Riskin rakenteessa voi aiheuttaa joko vain yksi rakenneosaa tai koko rakenteen yhdistelmä. Keskeisiä asioita, jotka johtavat vaurioihin ovat puutteet sadeveden poisjohdatuksessa, rakenteiden tuuletuksen puute, kylmäsillat, kapilaarinen vedennousu ja kondensoituminen.

LÄHTEET

- Ahtee, S. 2017. Ovatko talosi salaojat kunnossa. [Verkkolehtiartikkeli]. Turun Sanomat. Koti-liite. 17.5.2017. [Viitattu 15.4.2018]. Saatavana: <http://koti.ts.fi/rakenna/ovatko-talosi-salaojat-kunnossa/>
- Almgren, M. & Rinne, J. 2013. Taloyhtiön korjausrakentamisen energiaopas. [PDF-tiedosto]. Turun kaupunki. Valonia – Varsinaissuomen kestävän kehityksen ja energia-asioiden palvelukeskus. Päivitetty 1/2014. [Viitattu 30.4.2018].
- Ara. 2016. Kuntoarvio ja kuntotutkimus. [Verkkoartikkeli]. Asumisen rahoitus ja kehittämiskeskus ARA. 30.6.2016. [Viitattu 1.5.2018]. Saatavana: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Taloyhtiöt/Suunnitelmallinen_kiinteistönpito/Kiinteistönpidon_tyokalut/Kuntoarvio_ja_tutkimus
- Ara. 2016. Tyypilliset kosteus- ja homevauriot 1970-luvulla ja myöhemmin rakennetuissa pientaloissa. [Verkkoartikkeli]. Asumisen rahoitus ja kehittämiskeskus ARA. 30.6.2016. [Viitattu 2.5.2018]. Saatavana: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Taloyhtiöt/Suunnitelmallinen_kiinteistönpito/Kiinteistönpidon_tyokalut/Kuntoarvio_ja_tutkimus
- Bayer, A. Ei päiväystä. Puutteita ja virheitä on ollut aina. [Verkkolehtiartikkeli]. Koti-Karjala 27.11. [Viitattu 13.4.2018]. Saatavana: <http://www.kotikarjala.fi/tuo-tanto/etusivu/138112#138113.jpg>
- Heikkinen, P. 2012. Tunnista ja tutki riskirakenne. [Powerpoint-julkaisu]. Kosteus- ja hometalkoot. Ympäristöministeriö. Hengitysliitto Ry. Opetusmateriaali. [Viitattu 17.4.2018]. Saatavana: <http://uutiset.hometalkoot.fi/talkootiedot/talkoissa-nikkaroitua/tunnista-ja-tutki-riskirakenne-opetusmateriaali.html>
- Hometohtori. 2016. Valesokkelin kosteus kuriin. [Verkojulkaisu]. Rakennustaito. Hometohtorin klinikka. 21.12.2016. [Viitattu 15.4.2018]. Saatavana: <https://rakennustaito.fi/hometohtorin-klinikka/w1>
- Huusko, M. 2017. 1970 ja 1980-luvun rivitalo voi olla jopa korjauskelvoton. [Lehtiartikkeli]. Rakennuslehti 19.8.2017. [Viitattu 3.4.2018]. Saatavana: <https://www.rakennuslehti.fi/2017/08/1970-ja-1980-luvun-rivitalo-voi-olla-jopa-korjauskelvoton/>
- Ilmatieteen laitos. 2018. Sadetta ja poutaa. [Verkojulkaisu]. Ilmatieteen laitos 1/2018. [Viitattu 10.4.2018] Saatavana: <http://ilmatieteenlaitos.fi/sade>
- L. 27.6.2003/612. Järjestyslaki.
- L. 5.2.1999/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki.

- Lukander, M. 2010. Pientalojen rakenteet 1940-1970. [Verkkoartikkeli]. Kulttuuriympäristömme 18.11.2010. [Viitattu 2.5.2018]. Saatavana: [http://www.kulttuuriymparistomme.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Artikkelit/Rakennusperinnon_hoito/Vii-saita_korjausperiaatteita/Pientalojen_rakenteet_19401970\(37826\)](http://www.kulttuuriymparistomme.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Artikkelit/Rakennusperinnon_hoito/Vii-saita_korjausperiaatteita/Pientalojen_rakenteet_19401970(37826))
- Kärki, J-P. & Öhman, H. 2007. Homevaurioiden korjausohjeet. [PDF-tiedosto]. Kuopion yliopisto. Koulutus- ja kehittämiskeskus. Tutkimuksia ja selvityksiä 6/2007. [Viitattu 14.4.2018]. Saatavana: http://www.sisaimatalo.fi/fi-les/2213/9629/6058/Homevaurioiden_korjausopas.pdf
- Maijala, H-M. 2018. Yrittäjä. Kiinteistömaailma Oy. Haastattelu 9.4.2018.
- Malmivaara, K. 2015. Joka toisen omakotitalon sadevedet on ohjattu väärin -suoraan talon perustuksiin. [Verkkojulkaisu]. Raksystems. Lehdistötiedote 5/2018. [Viitattu 8.4.2018]. Saatavana: <https://www.raksystems.fi/fi/ajankohtaista/joka-toisen-omakotitalon-sadevedet-on-ohjattu-vaarin-suoraan-talon-perustuksiin>
- Mäenpää, H. 2017. Yrittäjä. Heikin Rakennuspalvelu Ky. Haastattelu 20.11.2017.
- Oja, T. 2018. Yrittäjä. Plan B Korjaussuunnittelupalvelut Oy. Haastattelu 29.4.2017.
- Oulun kaupunki. 2013. Ikkunakorjaus. [Verkkojulkaisu]. Oulun kaupungin rakennusvalvonta. Teknisten korttien sarja. 1.2.2013. [Viitattu 14.2.2018]. Saatavana: http://www.energiakorjaus.info/pages/kortit/Pientalo_4_Ikkunakorjaus_2013_02_01.pdf
- Oulun kaupunki. 2013. Ulkoseinän lisälämmöneristys. [Verkkojulkaisu]. Oulun kaupungin rakennusvalvonta. Teknisten korttien sarja. 1.2.2013. [Viitattu 14.2.2018]. Saatavana: http://www.energiakorjaus.info/pages/kortit/Pientalo_6_Ulkoseina_2013_02_01.pdf
- Oulun kaupunki. 2013. Yläpohjan lisälämmön eristys. [Verkkojulkaisu]. Oulun kaupungin rakennusvalvonta. Teknisten korttien sarja. 1.2.2013. [Viitattu 13.2.2018]. Saatavana: http://www.energiakorjaus.info/wp-content/uploads/2013/08/Pientalo_7_Ylapohja_2013_02_01.pdf
- Pesonen, R. & Karnaattu, R. 2012. Piilevien kosteusvaurioiden aiheuttamat terveyshaitat. [Verkkojulkaisu]. Kuopio: Itä- Suomen Yliopisto. Opinnäytetyö. [Viitattu 15.3.2018]. Saatavana: <http://www.hometalkoot.fi/file/15824.pdf>
- RIL 107-2012. 2012. Rakennusten veden- ja kosteuden eristämisohteet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.
- RIL 121–2004. 2004. Pohjarakennusohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.

RT 18-11131. 2013. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Helsinki: Rakennustieto.

RT 81-11000. 2010. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Helsinki: Rakennustieto.

RT 85-10738. 2000. Vesikaton korjaus. Helsinki: Rakennustieto.

Rytmirakennus. Ei päiväystä. Ikkunaremontti. [Verkkajulkaisu]. Rytmirakennus Oy. [Viitattu 17.4.2018]. Saatavana: <http://www.rytmirakennus.fi/ulkoremontit/julkisivuremontti/ikkunaremontti/>

Sisäilmäyhdistys Ry. Ei päiväystä. Salaojat. [Verkkajulkaisu]. Sisäilmäyhdistys Ry. [Viitattu 14.4.2018]. Saatavana: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Kuivatusjarjestelmat/Salaojat>

Sisäilmäyhdistys Ry. Ei päiväystä. Kosteuslähteet. [Verkkajulkaisu]. Sisäilmäyhdistys Ry. [Viitattu 30.4.2018]. Saatavana: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Kosteuslahteet>

Sisäilmäyhdistys Ry. Ei päiväystä. Materiaalien ominaisuudet. [Verkkajulkaisu]. Sisäilmäyhdistys Ry. [Viitattu 1.5.2018]. Saatavana: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Materiaalien-ominaisuudet>

Sisäilmäyhdistys Ry. Ei päiväystä. Ilmavirtaukset rakennuksessa. [Verkkajulkaisu]. Sisäilmäyhdistys Ry. [Viitattu 2.5.2018]. Saatavana: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Ilmavirtaukset-rakennuksessa>

Tuomisto, J. 2018. Yrittäjä. Rakennus ja Maalaus a la hakala Oy. Haastattelu 17.4.2018.

Vinha, J., Korpi, M., Kalamees, T., Eskola, L., Palonen, J., Kurnitski, J., Valovirta, I., Mikkilä, A. & Jokisalo, J. 2005. Puurunkoisten pientalojen kosteus- ja lämpötilaolosuhteet, ilmanvaihto- ja ilmatiiviys. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.

Wikikko. Ei päiväystä. Salaojitus. [Verkkajulkaisu]. Wikikko. [Viitattu 29.4.2018]. Saatavana: <https://wikikko.info/wiki/Salaojitus>

Ympäristöministeriö. Ei päiväystä. Rakenteiden vauriot ja materiaalien vioittuminen. [Powerpoint-tiedosto]. Helsinki: Ympäristöministeriö. [Viitattu 16.4.2018]. Saatavana: <http://hometalkoot.fi/guides>

Ympäristöministeriö. Ei päiväystä. 70-luvun talo. [Verkkajulkaisu]. Ympäristöministeriö. [Viitattu 15.4.2018]. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavana: <http://hometalkoot.fi/omakotitalo>